Collaboration entre

D'une part : **Wellcare Products SA**
Rue des Technologies, 3
B-4432 Alleur
Tél. : 04/3640910
Fax : 04/3640919
e-mail : info@wellcareproducts.com

et d'autre part : **Centre Européen du Cheval asbl**
Mont-le-Soie, 1
B-6690 Vielsalm
Tél. : 080/216556
Fax : 080/672356
e-mail : jph.lejeune@ulg.ac.be

OBJET :

Etude d'un concept de cryothérapie chez le cheval

L'étude consiste à créer un nouveau concept de refroidissement pour les membres du cheval se basant sur la découverte de « Wellcare products » qui consiste en la conception d'un gaufrage souple et élastique contenant une matière réfrigérante entourée d'un gel de contact le tout recouvert par un film plastique. Ce système est identifié dans le suivant rapport comme étant la compresse « Flexx ».

En médecine équine, l'extrémité du membre est le siège de nombreuses pathologies d'origine traumatique. Les chevaux se font fréquemment des plaies et des contusions au travail, durant les transports ou pendant les compétitions. En outre, lors d'efforts intenses en course ou en cross, l'apparition de tendinite est fréquente. Cette pathologie a un pronostic sombre et compromet bien souvent l'avenir sportif du cheval. La cryothérapie s'est révélée efficace dans le contrôle de l'inflammation, de la douleur et dans la modulation de la libération des médiateurs inflammatoires. Le cheval est une espèce animale chez qui la réaction inflammatoire est souvent violente et excessive. Cette réaction engendre une aggravation de la lésion primaire dans les heures qui suivent le trauma. Après la phase aiguë, la cryothérapie peut également s'avérer intéressante pour favoriser une cicatrisation adéquate. Un système simple, efficace et d'un coût raisonnable mérite d'être développé.

Outre cette indication médicale, l'habitude veut qu'après un effort important, les membres des chevaux soient douchés afin de les refroidir. La compresse Flexx permettrait une alternative pratique et intéressante, ce qui offrirait au produit un débouché large dans le domaine des sports équestres.

Une première partie des études a permis de démontré la bonne tolérance du système en application sur la région tendineuse des membres (canons). Une diminution de température d'environ 18° est constatée durant l'application de la compresse Flexx 2cm. Le poster ci-dessous résume les études entreprises précédemment.

Concept of cryotherapy for equine limbs

Lejeune J.P., Duvivier D.H., Deliège B., Serteyn, D.

UNIVERSITÉ de Liège

Objectives

1. to investigate the tolerance and the harmlessness of the refrigerant system (RS)
2. to evaluate the cooling effect of the RS on forelimb cannon tendons region on horses after exercise

Material and Method

1. Refrigerant system

2. Protocol : 3 warmblood and 1 arabian horses measured 3 times each (n = 12)

➢ Standardised exercise on a treadmill during 20 minutes with protection boots,

➢ Putting temperature (Temp.) probes on both forelimbs : Time 0 (T0)

➢ Putting RS on left forelimb. Measurements of Temp. each 5 min for 60 min

➢ Removing the RS (T65) and measurements of Temp. each 5 min for 100 min

Results

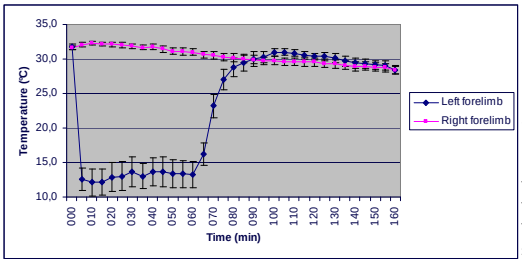
➢ Mean temp. after exercise : 31.8 ± 1.3 and 31.66 ± 0.8 ℃ for left and right forelimbs respectively (n ot significantly different at p=0.05)

➢ During application of the RS, significant ($p < 0.01$) decrease of temp. on the treated limb of 18.7 ± 6 ℃ and of 18.7 ± 5.7 ℃ in comparison with the right forelimb and wi th the temp. At T0 of the left forelimb respectively

➢ Slow and continuous decrease of temp. on the right forelimb,

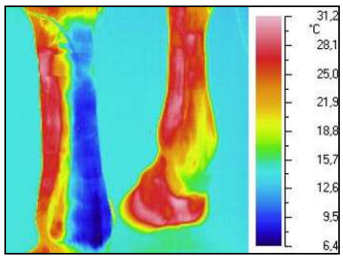
➢ After removing the RS, fast increase of the temp. of the left forelimb with a small but significant ($p < 0.01$) hyperthermia between T90 and T120 in comparison with the right forelimb

➢ After T120, slow, continuous and similar decrease of temp. of both forelimbs



Infra-red image of both forelimbs after removing the RS at T65 : the cannon tendon region of the left forelimb is homogeneously refrigered

Measured temp.on both forelimbs from T0, just after the exercise, to T 160. The removing of the RS occurred at T65. The error line represents the standard deviation/√n



Discussion

➢ Well-tolerated RS that induced an homogeneous significant but not excessive decrease of the temparature of the cannon tendons region

➢ Approximately 30 min after removing the RS a slight and transient hyperthermia is observed on the treated limb

In partnership with Wellcare products sa.
Wavre, Belgium info@wellcareproducts.com

Ces études, réalisées 3 fois sur 4 chevaux différents, ont montré une diminution significative ($p<0,01$) d'environ 18°C de la température de l'interface peau-compresse refroidissante durant son application. La température initiale de l'interface était d'environ 30°C et a été descendue à environ 12 °C. Cette diminution moyenne a été relevée par une sonde placée au niveau du tiers proximal du canon. L'image thermographique montre de plus le refroidissement homogène sur l'ensemble de la région tendineuse du canon.

La légère hyperthermie transitoire observée après le retrait de la compresse est légère et est très éloignée des températures néfastes pour les structures tendineuses (45°C).

Etant donné les résultats encourageants des premières études chez le cheval, il a été décidé d'approfondir les recherches dans le but de préciser les utilisations possibles de la compresse Flexx et d'en finaliser la forme commerciale.

Les objectifs fixés sont les suivants : premièrement étudier une compresse Flexx de 1 cm d'épaisseur, la comparer à la compresse Flexx de 2 cm d'épaisseur et envisager son utilisation par les cavaliers dans la pratique quotidienne de leur sport ; deuxièmement, comparer le système Flexx avec un Cold pack ; troisièmement, comparer le système Flexx avec un système spécifique du cheval déjà sur le marché (Stübben) et quatrièmement, appréhender l'aspect de la fixation sur le cheval.

PLAN DES EXPERIMENTATIONS

1. Expérimentations au box
    - 1.1. Flexx 1 cm
    - 1.2. Flexx 2 cm
    - 1.3. Stübben

2. Expérimentations après exercice standardisé
    - 2.1. Comparaison entre les deux épaisseurs (1cm vs 2 cm) de la compresse Flexx
    - 2.2. Comparaison entre la compresse Flexx 1 cm et un Cold Pack
    - 2.3. Comparaison entre la compresse Flexx 2 cm et le système de cryothérapie « Kryo Kompakt Horse » de la firme Stübben

3. Moyens de fixation

MATERIEL ET METHODE

Cinq chevaux de sport ont été utilisés pour l'ensemble des expérimentations, trois demi-sang (Rhapsodie, Brume et Obiwan New Life), et deux pur-sang arabes (Alicia et Phoebus)

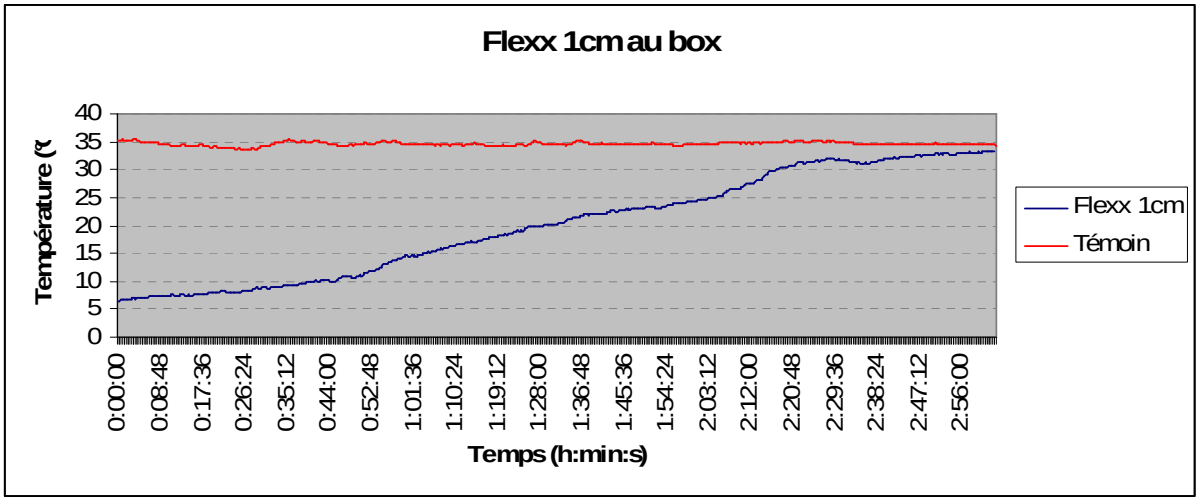
Pour toutes les expériences, des sondes de températures sont fixées sur le tiers proximal du canon, au niveau de la face postérieure, et ce sur les deux membres antérieurs. Une zone d'environ 1 cm^2 est tondue pour minimiser l'effet des poils sur la mesure de la température.

RESULTATS

1. EXPERIMENTATIONS AU BOX

1.1. Flexx 1 cm au box

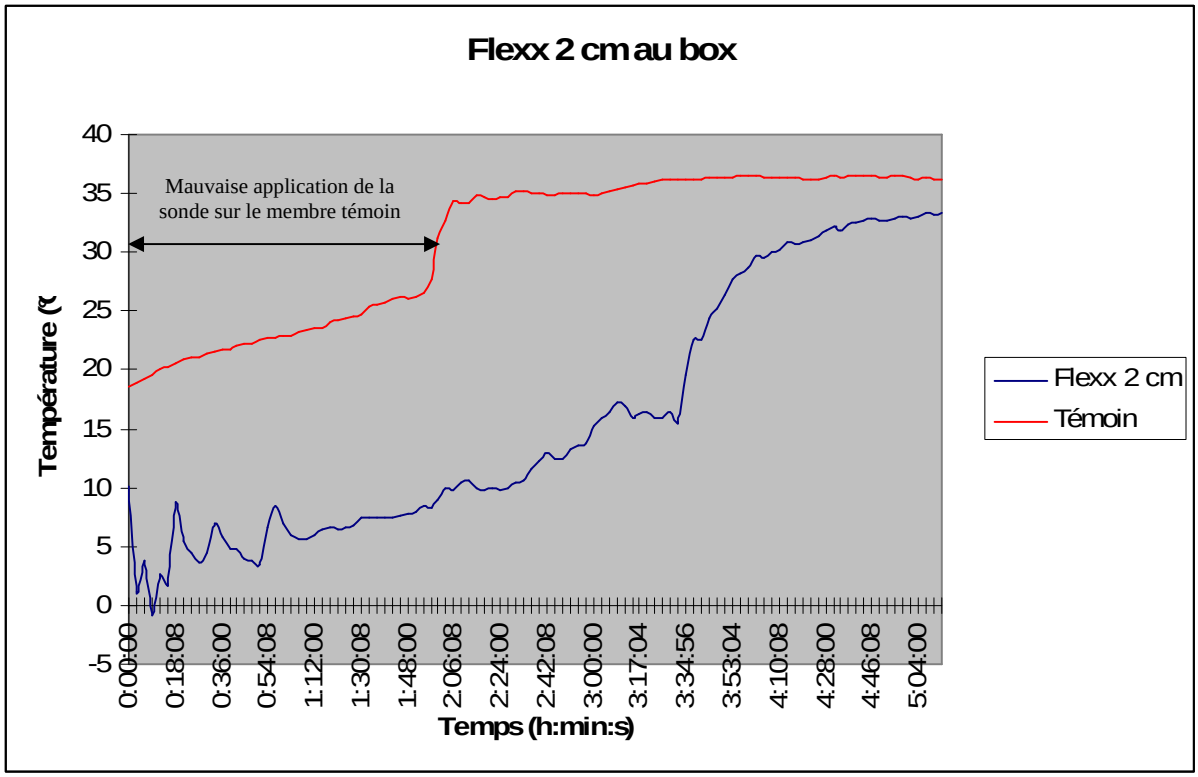
Cette première étude avait pour but de déterminer la durée maximale d'action de la compresse Flexx 1 cm et d'étudier la courbe des températures obtenues au niveau de l'interface avec la peau. La température des deux membres était similaire avant application du système Flexx.



En rouge sur le graphique, on voit la température constante du membre témoin. Au niveau du membre testé (courbe bleue), une diminution rapide de la température est présente, mais on ne constate aucune température proche ou inférieure à 0°C. La température diminue de 25 °C au début, marque un plateau pendant environ 45 minutes puis remonte progressivement pour atteindre une température similaire à celle du membre témoin en 2h30min environ. On peut considérer que la compresse Flexx 1 cm est efficace pendant un peu plus d'une heure, laps de temps après lequel la température du membre repasse au-dessus de 15°C.

1.2. Flexx 2 cm au box

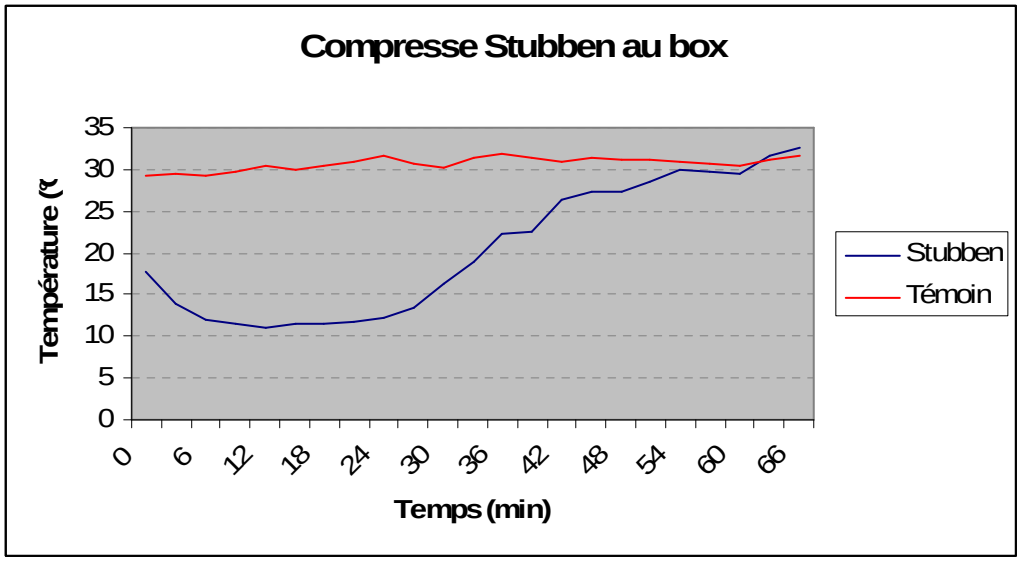
Cette deuxième étude avait pour but de déterminer la durée maximale d'action de la compresse Flexx 2 cm et d'étudier la courbe des températures obtenues au niveau de l'interface avec la peau. La température des deux membres était similaire avant application du système Flexx.



En rouge sur le graphique, on voit la température du membre témoin. Pendant une 1ère partie des mesures, la sonde montre une température anormalement basse qui correspond à une mauvaise application sur la peau. La sonde a été remise en place après environ 1h50 de mesures.
Au niveau du membre testé, une diminution rapide de la température a été obtenue. Des températures proches de 0°C voire négatives ont même été relevées. Il est probable, que la compresse 2cm, un peu rigide à sa sortie du congélateur aie été en contact direct avec la sonde et que les températures relevées ne soient pas le reflet exact de la température de l'interface avec la peau. Après quelques minutes, la compresse a été repositionnée correctement et les mesures ont montré des valeurs vraisemblables et compatibles avec une mesure réelle de l'interface avec la peau.
Pour la suite des études, nous tiendrons compte de ce paramètre et malaxeront la guêtre avant son utilisation afin de liquéfier le gel qui la constitue et faciliter ainsi son application sur le membre. Nous diminuerons ainsi le risque d'un choc thermique trop important. Une fois les quelques minutes de mise en place écoulées, une diminution de la température, similaire à celle relevées dans les études préliminaires (18-20°C) est observée pendant environ 3h30min. Ensuite, on assiste à une remontée rapide (en 25 min) jusqu'à atteindre une température de 30°C environ, température proche mais encore légèrement inférieure à celle du membre témoin.

1.3. Stübben au box

Cette troisième étude avait pour but de déterminer la durée maximale d'action de la compresse Stübben et d'étudier la courbe des températures obtenues au niveau de l'interface avec la peau. La température des deux membres était similaire avant application du système Stübben.



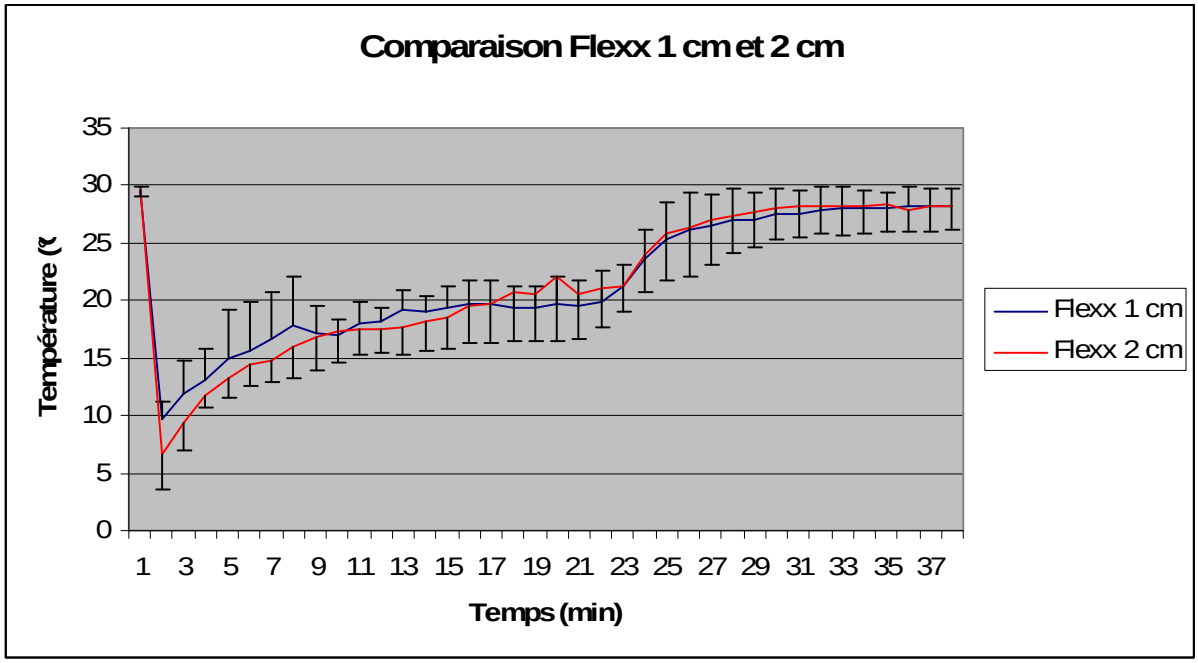
Ce type de compresse s'applique facilement avec la bande en tissu fournie. Le principe est le même que pour une bande de repos.
Le choc thermique est peu important, il n'y a pas de passage transitoire par une température proche de 0°C. On arrive néanmoins rapidement à une diminution de température d'environ 18 °C par rapport à une température initiale de 30°C. Un plateau d'approximativement une demi-heure est observé avant une remontée rapide vers la température initiale qui est atteinte après 1 heure d'application.
L'effet refroidissant est beaucoup plus court que ce que décrit le mode d'emploi. L'explication la plus évidente est celle relative à l'effet « goutte » observé au retrait de la guêtre. En se réchauffant, le gel se liquéfie et se collecte dans les parties déclives de la compresse. La bande, si elle n'est pas fortement serrée ne permet pas d'empêcher ce phénomène. De plus, les sondes étaient situées dans la partie proximale du canon, partie qui est donc le plus rapidement influencée par ce phénomène.
En conclusion, il s'agit d'un système intéressant de par sa constance et son aspect malléable mais dont l'application doit être rigoureuse afin de minimiser l'effet « goutte » inhérent à sa structure. Il est probable que dans ce cas, la durée d'action soit supérieure à celle mesurée dans cette étude.

2. EXPERIMENTATIONS APRES EXERCICE STANDARDISE

1.1. Comparaison Flexx 1 cm et 2 cm

Trois chevaux ont été utilisés, chacun une fois, pour cette comparaison. Ils ont été soumis, munis de guêtres de protection, à un exercice standardisé sur tapis roulant pour provoquer un léger échauffement des membres, et ce, de manière symétrique. Ce faisant, nous nous mettions également dans la situation d'un cheval de sport après le travail, moment où il est susceptible d'être douché ou d'être équipé du système Flexx.
L'exercice standardisé était composé de 5 min de pas à 1.4 m/s ; 5 min de trot à m/s ; 1 min de galop à 7.0 m/s ; 1 min de galop à 8.0 m/s ; 1 min de trot à 4.0 m/s et de 5 min de pas à 1.4 m/s.
Une fois l'exercice terminé, le cheval est amené dans la salle de mesure où les protections sont enlevées et où il est équipé des sondes de température sur les deux antérieurs. Le 1er relevé de température, une fois les sondes installées correspond au T0.

Les systèmes Flexx 1cm et 2 cm sont appliqués à l'antérieur gauche et droit respectivement.
Les compresses sont laissées 60 minutes puis retirées. Les mesures continuent encore 30 minutes après le retrait des compresses.



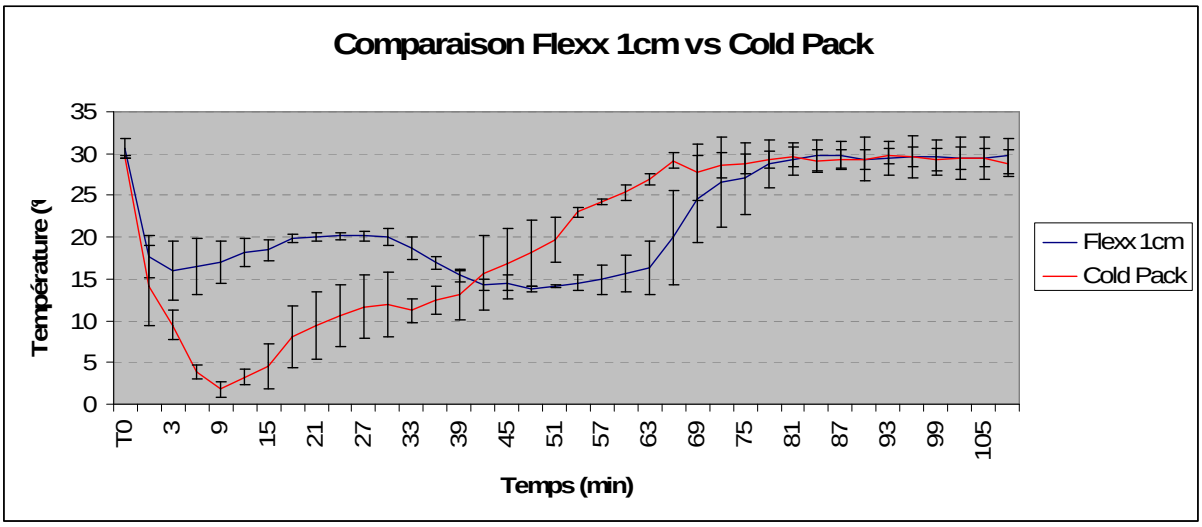
Lors de l'application des compresses, la diminution de température à l'interface avec la peau est rapide et similaire dans sa dynamique pour les deux épaisseurs de compresses. La Flexx 2 cm occasionne néanmoins une diminution un peu plus importante ainsi qu'un choc thermique légèrement plus marqué.
Un plateau similaire est ensuite observé pour les deux compresses pendant toute la durée d'application.
La remontée de température est similaire pour les deux épaisseurs dans cette étude.

Aucune différence significative n'a été observée dans ce type d'expérimentation entre les deux compresses.

2.2. Comparaison entre la compresse Flexx 1 cm et un Cold Pack

Deux chevaux ont été utilisés pour cette comparaison, pour un total de 3 tests. Ils ont été soumis à un exercice standardisé sur tapis roulant pour provoquer un léger échauffement des membres, et ce, de manière symétrique. Ce faisant, nous nous mettions également dans la situation d'un cheval de sport après le travail, moment où il est susceptible d'être douché ou d'être équipé du système Flexx.
L'exercice standardisé était composé de 5 min de pas à 1.4 m/s ; 5 min de trot à m/s ; 1 min de galop à 7.0 m/s ; 1 min de galop à 8.0 m/s ; 1 min de trot à 4.0 m/s et de 5 min de pas à 1.4 m/s.
Une fois l'exercice terminé, le cheval est amené dans la salle de mesure où les protections sont enlevées et où il est équipé des sondes de température sur les deux antérieurs. Le 1er relevé de température, une fois les sondes installées correspond au T0.
Les systèmes Flexx 1 cm et le Cold Pack sont appliqués à l'antérieur gauche et droit respectivement.

Les compresses sont laissées 60 minutes puis retirées. Les mesures continuent encore 30 minutes après le retrait des compresses.



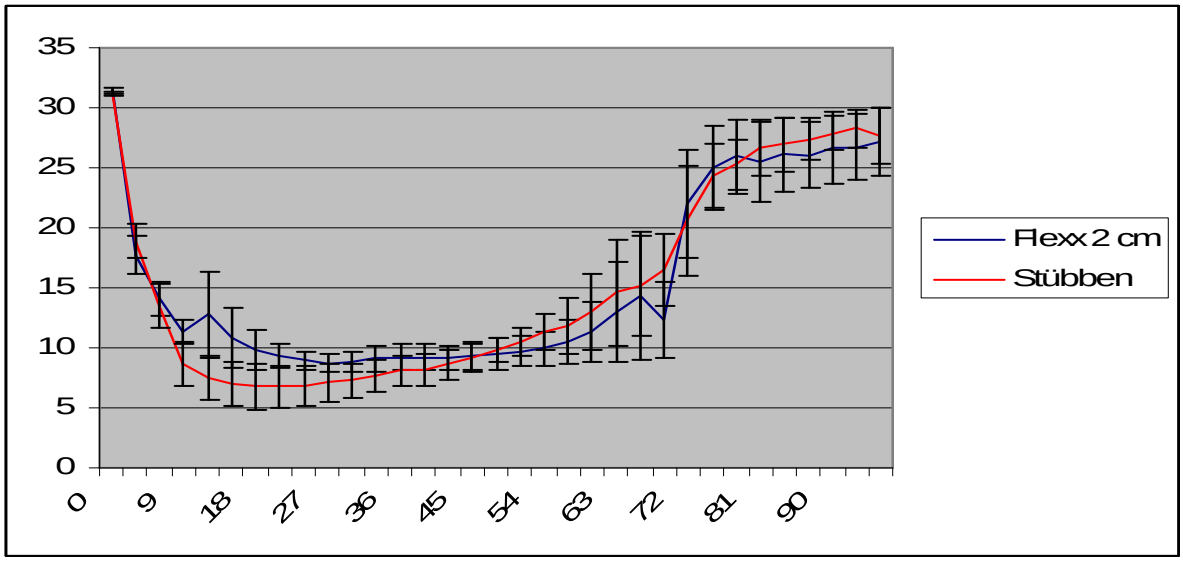
Il est rapidement apparu que le Cold Pack ne convenait pas et ne présentait qu'une durée d'action très limitée.

La compresse Flexx occasionne une diminution de température moyenne de 15°C durant toute la durée d'application (1 heure).
Le Cold Pack engendre un choc thermique beaucoup plus important lors de l'application sur le membre. Un des 3 tests réalisés a d'ailleurs été interrompu après 10 minutes, des températures négatives étant relevées sur le membre équipé du Cold Pack et le cheval manifestant un inconfort évident.
Par ailleurs, la durée de refroidissement du Cold Pack est de loin inférieure à celle de la compresse Flexx 1 cm et ne présente aucun plateau. Après le choc thermique du début, une remontée immédiate et constante de la température est observée. De plus, la matière réfrigérante constituante du Cold Pack a tendance, en se réchauffant et se liquéfiant, à se collecter dans le fond du pack malgré le système de maintien, défavorisant ainsi le refroidissement de la partie plus proximale du membre.
Un retour à une température normale est obtenu dans les minutes qui suivent le retrait du matériel.

2.3. Comparaison entre la compresse Flexx 2 cm et le système de cryothérapie Stübben

Trois chevaux ont été utilisés pour cette comparaison pour un total de 3 tests. Ils ont été soumis à un exercice standardisé sur tapis roulant pour provoquer un léger échauffement des membres, et ce, de manière symétrique. Ce faisant, nous nous mettions également dans la situation d'un cheval de sport après le travail, moment où il est susceptible d'être douché ou d'être équipé du système Flexx.
L'exercice standardisé était composé de 5 min de pas à 1.4 m/s ; 5 min de trot à m/s ; 1 min de galop à 7.0 m/s ; 1 min de galop à 8.0 m/s ; 1 min de trot à 4.0 m/s et de 5 min de pas à 1.4 m/s.
Une fois l'exercice terminé, le cheval est amené dans la salle de mesure où les protections sont enlevées et où il est équipé des sondes de température sur les deux antérieurs. Le 1er relevé de température, une fois les sondes installées correspond au T0.

Les systèmes Flexx 2cm et Stübben sont appliqués à l'antérieur gauche et droit respectivement.
Les compresses sont laissées 60 minutes puis retirées. Les mesures continuent encore 30 minutes après le retrait des compresses.

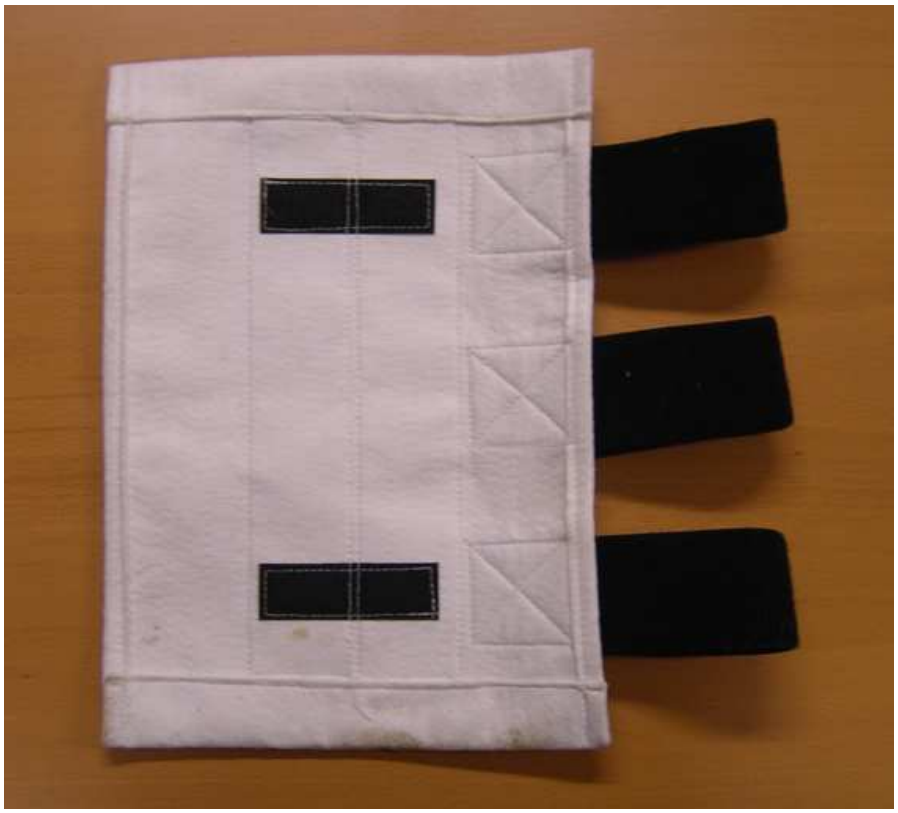


Une diminution d'une vingtaine de degrés environ est observée au niveau des deux membres durant toute la durée d'application des compresses. Aucune différence significative entre les deux systèmes n'a été relevée. Quelques tendances sont toutefois intéressantes à remarquer : le système Stübben tend à provoquer une diminution un peu plus importante au départ puis amorce une lente remontée plus tôt que le système Flexx. Le plateau est plus régulier avec le système Flexx.
Aucune différence significative n'a été relevée entre les deux systèmes dans le cadre de cette partie des expérimentations.
D'une part, l'attention portée à la fixation du système Stübben et d'autre part le fait que le cheval soit attaché et donc limité dans ses mouvements ont permis de minimiser l'effet goutte qui était présent dans l'expérimentation au box.
Lors du retrait des compresses, la Flexx 2cm était encore bien froide et une partie des cristaux de glace était encore présente dans les cellules. Le gel du système Stübben était par contre plus froid à l'extérieur de la compresse qu'au niveau de la face en contact avec le membre. Il était de plus totalement liquéfié. Cela laisse penser qu'une utilisation plus longue de la compresse Flexx est envisageable mais pourrait être compromise avec le système Stübben.

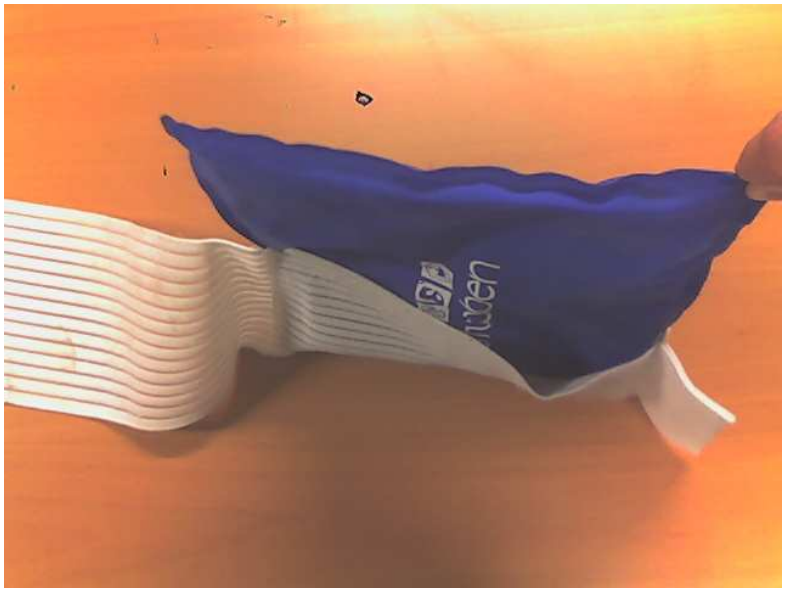
3. Moyens de fixation

La guêtre de soutien proposée par la firme est une bonne solution pour l'utilisation du système Flexx dans la région tendineuse. Les compresses Flexx sont glissées dans une enveloppe présentant un côté perforé destiné à être en contact avec le membre du cheval. Cette enveloppe est attachée par 2 velcros à la guêtre de soutien.

La guêtre munie des compresses refroidissantes peut alors être appliquée sur le membre du cheval et fixée au moyen des 3 velcros qui la composent.



Pour un usage dans d'autres régions anatomiques, il est suggéré de développer un système de bande du même type que celui de la compresse Stübben. Cette bande permettrait une plus grande adaptation à des régions anatomiques de conformations diverses. Les dimensions de la bande pourraient être un peu plus importantes que celles fournies avec le système Stübben : environ 10-12 cm de large sur 2 m de long.



Exemple d'utilisation autre que les membres :

DISCUSSION - CONCLUSION

Le système Flexx est un système novateur de cryothérapie. Lors de l'initiation de cette étude, deux types de compresses nous ont été soumises. La première de 2 cm d'épaisseur, destinée aux applications médicales et la seconde d'1 cm d'épaisseur pour les applications sportives.

L'innocuité et la tolérance par le cheval ont été le premier point envisagé par nos recherches. Aucune lésion cutanée n'a été observée après utilisation du système Flexx. Seule la compresse de 2 cm d'épaisseur peut déranger momentanément un cheval un peu sensible suite au choc thermique un peu plus important qu'elle occasionne. Il est dès lors conseillé, lors de son application, de la malaxer quelques instants à sa sortie du congélateur avant application sur le membre pour réchauffer et liquéfier le gel de contact et ainsi diminuer le choc thermique.
Aucune température négative n'a été relevée au niveau de l'interface avec la peau, ce qui devrait assurer l'absence de lésions aux structures anatomiques sous-jacentes.

L'efficacité du système Flexx a ensuite été testée, premièrement au niveau de la durée maximale d'action et deuxièmement après un exercice standardisé, pendant un temps d'application limité.
La compresse Flexx 1 cm a montré une durée d'action d'une bonne heure et la Flexx 2 cm une durée d'action d'environ 3h30.

Le système Flexx a été comparé avec un *« Cold Pack »* et avec un système spécifique du cheval, le *« Kryo Kompakt Horse »* de la marque *Stübben*, marque mondialement connue d'équipement équestre.
Le **Cold Pack** ne convient pas à une utilisation médicale ou sportive chez le cheval. Sa durée d'action est très limitée et aucun plateau de température n'est observé. Une remontée graduelle de la température est constatée dès son application sur le membre du cheval. De plus, le choc thermique est important si le Cold Pack est en contact direct avec la peau et l'inconfort du cheval est réel.
Par contre, la **compresse Stübben** présente de nombreux avantages. Sa facilité de pose et sa grande adaptabilité à différentes régions anatomiques ont été appréciées. La structure même de la compresse pose parfois problème étant donné la liquéfaction du gel au fur et à mesure de son réchauffement. Un « effet goutte », à savoir une collection du liquide dans les parties déclives de la guêtre peut diminuer son efficacité. Cet effet goutte est d'autant plus marqué que la bande de tissu est peu tendue et/ou que le cheval bouge beaucoup dans son box.
Lors des études après exercice standardisé, le cheval est attaché. Cela minimise l'effet goutte et nous a permis d'obtenir des résultats similaires à ceux de la compresse Flexx 2 cm : une diminution d'environ 18°C de la température de l'interface avec la peau sous la forme d'un plateau durant la période d'application des compresses.

Ces résultats nous permettent de valider le système Flexx pour une utilisation sportive et/ou médicale chez le cheval.

Les **applications médicales** sont diverses : tendinites, capelets au niveau des jarrets, desmites, hématomes, traumats voire éventuellement en post-opératoire après une chirurgie du système locomoteur (e.g. arthroscopie).

Nous avons utilisé les compresses Flexx 2 cm en appoint du traitement de 4 chevaux présentant des tendinites aigues ou des inflammations aigues de la gaine tendineuse. A ce

moment, un dégagement de chaleur important est observé au niveau de la lésion. Cette production de chaleur « consomme » le potentiel de refroidissement de la compresse dont la durée d'efficacité est ainsi diminuée. Dans les cas que nous avons traités, on peut considérer qu'elle est efficace pendant environ 2 heures. Une amélioration des signes cliniques de tendinites et surtout une diminution du gonflement a été observée au fil du traitement.
Les compresses Flexx sont un outil intéressant pour diminuer l'inflammation et le gonflement, de manière plus prolongée que le simple jet d'eau.
Un autre aspect intéressant de l'utilisation du froid à des fins médicales est la légère anesthésie provoquée qui permet ainsi un effet anti-douleur.
Une pathologie fréquente, très douloureuse et aux conséquences graves est la fourbure. Le développement d'un kit spécifique permettant de refroidir la boite cornée pourrait être une perspective intéressante et une alternative pratique au jet d'eau.

Quelques remarques sont toutefois à prendre en considération afin d'améliorer la qualité d'utilisation du système.

Tout d'abord, les dernières compresses Flexx 2 cm qui nous ont été fournies semblent présenter une quantité d'eau dans les cellules supérieure aux échantillons précédents. Par conséquent, lors de la congélation, les cellules sont bombées. Ce phénomène (voir photo ci-dessous), outre la mauvaise impression qu'elle pourrait donner à l'utilisateur, rend la compresse difficilement malléable et donc difficilement adaptable sur le membre, voire inconfortable pour le cheval. Il est recommandé de vérifier cette quantité d'eau et de la ramener au niveau précédent le cas échéant.

Les responsables de la firme nous ont informé, durant la réalisation des études, que la fabrication de la Flexx 2 cm était passée en mode industriel à l'opposé de la Flexx 1 cm dont la fabrication reste artisanale. Cela pourrait expliquer la plus grande fragilité de ce dernier modèle dont des cellules peuvent se vider de leur contenu et se briser.

L’intention des responsables est donc de commercialiser, dans un premier temps, une compresse de 2 cm d’épaisseur pour l’application sportive tout comme pour l’application médicale.

En ce qui concerne la taille de la compresse, afin de couvrir la région tendineuse jusqu’au ligament suspenseur du boulet, situé tout contre l’os canon, il serait utile de prévoir deux tailles, une pour les chevaux arabes et les poneys et une autre pour les demi-sangs.
La petite taille serait constituée de 2 compresses de 5x5 cellules et la grande taille de 2 compresses de 5x7 cellules. L’utilisation de deux compresses au lieu d’une seule a pour but d’éviter un « effet goutte » avec le gel les constituant.
Une vérification de l’efficacité du système de soutien des compresses les plus grandes est à prévoir étant donné l’augmentation de poids lié à l’augmentation de taille.

Au niveau des moyens de fixation, il faudrait vérifier la correspondance des positions des velcros de l’enveloppe des compresses et des velcros de la guêtre. Il faudrait, dans le même ordre d’idée, prévoir deux tailles de guêtres, tout comme pour les compresses.
Comme mentionné plus haut, il est conseillé de fournir, en plus de la guêtre de soutien, une bande de tissu élastique qui permettrait d’appliquer la compresse dans des régions anatomiques autres que la région tendineuse des membres.